



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 41 02 129 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:

A 61 C 13/14

A 61 C 5/00

A 61 C 5/10

H 05 B 6/70

H 05 B 6/76

H 05 B 6/64

C 08 F 2/46

⑲ Aktenzeichen: P 41 02 129.0

⑳ Anmeldetag: 25. 1. 91

㉑ Offenlegungstag: 30. 7. 92

DE 41 02 129 A 1

⑦ Anmelder:

GDF Gesellschaft für Dentale Forschung und  
Innovationen GmbH, 6365 Rosbach, DE

⑦ Vertreter:

Sparing, K., Dipl.-Ing.; Röhl, W., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Henseler, D., Dipl.-Min. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

⑦ Erfinder:

Zimmermann, Michael, 6230 Frankfurt, DE; Bayer,  
Thomas, 6309 Rockenberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen durch mikrowelleninduzierte Polymerisation

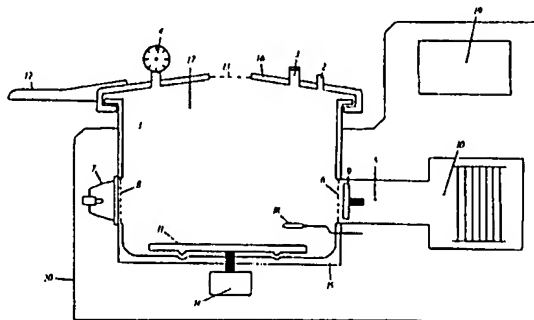
⑤ Bei diesem Verfahren zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen durch mikrowelleninduzierte Polymerisation kommen folgende Verfahrensschritte zur Anwendung:

A) Verbringen des zu polymerisierenden dentalen Werkstücks in einen Druckbehälter (1) ohne Küvette,

B) Erzeugung eines pneumatischen Überdruckes im Druckbehälter (1); und

C) Bestrahlung des zu polymerisierenden dentalen Werkstücks mit Mikrowellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren erschließt die Vorteile der Mikrowellenpolymerisation auch für andere Dentalkunststoffe (als Methylmethacrylat) zur Herstellung von Inlays, Onlays, Kronen und Brücken und erlaubt es auf die Verwendung spezieller Küvetten zu verzichten.



DE 41 02 129 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen, insbesondere von Prothesen, Inlays, Onlays, Kronen und Brücken durch mikrowelleninduzierte Polymerisation.

Zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen werden derzeit hauptsächlich folgende Verfahren angewendet:

1. Autopolymerisation (Kaltpolymerisation),
2. Polymerisation unter Wärme (Heißpolymerisation im Wasserbad),
3. Lichtpolymerisation,
4. Mikrowellenpolymerisation.

Die einzelnen Verfahren weisen Vor- und Nachteile auf: So erreicht man mit der Autopolymerisation zwar eine hohe Paßgenauigkeit, muß jedoch einen hohen Restmonomergehalt, bzw. Restdoppelbindungsanteil in Kauf nehmen (d. h. die Polymerisation verläuft nicht vollständig).

Bei der Heißpolymerisation im Wasserbad bei Temperaturen über 80°C verläuft die Polymerisation zwar fast vollständig, allerdings auf Kosten der Paßgenauigkeit. Ein weiterer Nachteil ist die lange Verarbeitungszeit von zwei bis zwölf Stunden.

Bei der Lichtpolymerisation mit definierter Wellenlänge zur Aushärtung von Dentalkunststoffen kommt es bei ungenügender Transparenz, z. B. bedingt durch einen hohen Füllstoffanteil, zu einer ungenügenden Aushärtung in tieferen Schichten.

Die Verwendung von Mikrowellenenergie zur Polymerisation von Dentalkunststoffen vereint die Vorteile der Kaltpolymerisation (geringer Polymerisationschwund) mit denen der Heißpolymerisation (geringer Restmonomergehalt) unter gleichzeitiger Vermeidung der Nachteile der Lichthärtung (Härtegradient). Bezüglich Porosität, Aushärtung, Paßgenauigkeit, Restmonomergehalt und Verarbeitungszeit ist die Mikrowellenhärtung in den Gesamtvorteilen den übrigen bekannten Methoden überlegen.

So ist beispielsweise aus der DE-A1 32 36 835 ein Verfahren zur mikrowelleninduzierten Polymerisation von Zahnprothesen bekannt geworden, welches allerdings in einer speziellen Küvette mit einer für die jeweilige Zahnprothese maßgeschneiderten Modelleinrichtung durchgeführt werden muß und bei der das flüssige Kunststoffmaterial in der Modelleinrichtung während des gesamten Polymerisationsvorgangs über eine flexible Membrane unter Druck gehalten wird. Dieses Verfahren eignet sich somit ausschließlich für Prothesenkunststoffe und kann nicht zur Herstellung von Inlays, Onlays, Kronen und Brücken verwendet werden. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß das in einer speziellen Küvette durchgeführte Verfahren keine Variation des Einfallswinkels der Mikrowellenstrahlung zum aushärtenden Werkstück zuläßt.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur küvettenlosen Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen durch mikrowelleninduzierte Polymerisation zu schaffen, welche auch eine Anwendung für Inlays, Onlays, Kronen und Brücken zulassen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe mit einem Verfahren, welches die Merkmale des Anspruchs 1 auf-

weist, sowie einer Vorrichtung, welche die Merkmale des Anspruchs 7 aufweist.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, daß dank des erfindungsgemäßen Verfahrens die Vorteile der Mikrowellenpolymerisation auch für andere Dentalkunststoffe (als Methylmethacrylat) zur Herstellung von Inlays, Onlays, Kronen und Brücken erschlossen werden und daß auf die Verwendung spezieller Küvetten bei diesem Verfahren verzichtet werden kann.

In der erfindungsgemäßen Vorrichtung können praktisch alle dentalen Werkstoffarten polymerisiert werden: Flüssiges Methylmethacrylat, z. B. zur Herstellung einer Vollprothese in einem Formkörper; Monomerpaste zur Reparatur oder Kronen und Brückenmaterialien. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches zugleich das Funktionsprinzip erläutert, ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Fig. 1 stellt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen dar; und

Fig. 2 stellt eine modifizierte erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen dar, bei welcher verschiedene Druckgefäße verwendet werden können.

Die in Fig. 1 dargestellte, erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Druckbehälter 1 mit einem für Mikrowellenstrahlung durchlässigen Druckfenster 6 und einem Gaseinlaß- und Auslaßventil 2, sowie einem außerhalb des Druckfensters 6 angeordneten Magnetron 10. Bei der in Fig. 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform sind weiter eine Lichtquelle 7, in Form einer Halogenlampe, ein Drehteller 11 mit Antriebsmotor 14 und eine elektronische Steuereinheit 19, vorzugsweise in Form eines Mikroprozessors in einem Gehäuse 20 untergebracht.

Der Druckbehälter 1 ist derart ausgelegt, daß er einem Überdruck von mindestens 7 bar standhält. Der Druckbehälter 1 besteht aus einem Aufnahme teil 15 und einem mit diesem druckdicht verbindbaren Deckel 16 mit Handgriff 12. Der Deckel 16 besitzt ferner ein Manometer 4, ein Beobachtungsfenster 13, ein Überdruckventil 3 und das Gaseinlaß- und Auslaßventil 2.

Zur Erzeugung der Mikrowellenstrahlung dient ein Magnetron 10 mit einer für diese Zwecke geeigneten Frequenz von beispielsweise ca. 2,5 GHz. Die elektronische Steuereinheit 19 ist so beschaffen, daß die Hochfrequenzleistung des Magnetrons 10 an die jeweiligen Bedürfnisse angepaßt werden kann. Dank eines am zu polymerisierenden Werkstück anbringbaren Temperaturfühlers 18 ist es vorteilhafterweise möglich die Mikrowellenleistung in Funktion der am Werkstück gemessenen Temperatur zu steuern.

Die Mikrowellen werden in geeigneter Weise in den Druckbehälter 1 eingebracht und zur Vermeidung sogenannter Wellenschatten verteilt, vorzugsweise durch einen Hohlleiter 5, einer Drehantenne 9 und eines druckdichten Fensters 6. Die Position des Fensters 6 ist so zu wählen, daß eine gleichmäßige Bestrahlung des Werkstücks gewährleistet ist.

Für die kombinierte Bestrahlung des Werkstücks mit Lichtenergie ist die Lichtquelle 7, in Form eines Halogenstrahlers mit geeigneter Wellenlänge am Druckbehälter 1 angebracht. Die zu wählende Wellenlänge, bzw. der Wellenlängenbereich ist abhängig vom verwendeten Katalysatorsystem.

Über ein druckdichtes, mikrowellenundurchlässiges

Fenster 8 erfolgt die direkte Bestrahlung des Werkstückes. Um Schattenbildungen zu vermeiden, ist der Drehteller 11 (mit externem Antriebsmotor 14) im unteren Bereich des Aufnahmeteils 15 des Druckbehälters 1 angebracht. Der Drehteller 11 ermöglicht auch eine Be-  
 stückung mit einer Vielzahl von zuvor modellierten Werkstücken. Ebenso wie die Hochfrequenzleistung des Magnetrons 10 erfolgt die Steuerung des Halogenstrahlers über die elektronische Steuereinheit 19.

Um einen Austritt von Mikrowellenenergie oder von UV-Strahlung bei frühzeitig geöffnetem Druckbehälter 1 auszuschließen, wird der Deckel 16 vorzugsweise mittels einer (nicht dargestellten) Ausschaltautomatik gesichert, welche bei einer unbeabsichtigten Öffnung des Druckbehälters 1 sofort die Stromzufuhr zum Magnetron 10 und zur Lichtquelle 7 unterbricht.

Die Druckerzeugung im Innenraum 17 des Druckbehälters 1 erfolgt pneumatisch, vorzugsweise durch Beaufschlagung mit Preßluft, Stickstoff oder Edelgas, welche durch das Gaseinlaßventil 2 manuell oder automatisch in den Innenraum 17 des Druckbehälters 1 eingebracht werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden geringe Mengen Wasser in den Innenraum 17 des Druckbehälters 1 gegeben. Aufgrund des während des Polymerisationsvorgangs auftretenden Temperaturanstiegs erzeugt das verdampfende Wasser einen Überdruck.

Zur Kontrolle des Innendrucks und zum Schutz gegen gefährlichen Überdruck ist der Deckel 16 des Druckbehälters 1 mit dem Manometer 4 und dem Überdruckventil 3 versehen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten modifizierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Deckel 16 im Gehäuse 20 integriert. Auf dem Deckel 16 sind ein Mikrowelleneinlaßfenster 6, ein Halogenstrahler 7, ein Manometer 4, ein Überdruckventil 3 und ein Gaseinlaßventil 2 untergebracht, so daß der Druckbehälter 1 mit angebrachtem Sichtfenster 13 von unten dicht angeschraubt werden kann. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß der Druckaufbau und der Druckablaß automatisch erfolgen können. Auch ist bei dieser Anordnung die Verwendung von in Größe und Ausführung verschiedenen Druckgefäßen möglich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung und Reparatur von dentalprothetischen Kunststoff-Erzeugnissen, insbesondere von Prothesen, Inlays, Onlays, Kronen und Brücken durch mikrowelleninduzierte Polymerisation, **gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:**

A) Verbringen des zu polymerisierenden dentalen Werkstücks in einen Druckbehälter (1) ohne Küvette,

B) Erzeugung eines pneumatischen Überdruckes im Druckbehälter (1); und

C) Bestrahlung des zu polymerisierenden dentalen Werkstücks mit Mikrowellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Überdruck im Bereich von 2 bis 7 bar, vorzugsweise 3 bis 6 bar liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung eines pneumatischen Überdruckes im Druckbehälter (1) durch Preßluft, Stickstoff oder Edelgas erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, daß geringe Mengen Wasser dem Druckbehälter (1) zugeführt werden, um einen Partialdruck an Wasserdampf zu erzeugen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß das zu polymerisierende dentale Werkstück zusätzlich mit Lichtenergie bestrahlt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer und Intensität der Mikrowellen- und/oder Lichtwellenstrahlung unter Berücksichtigung der im Druckbehälter herrschenden Temperatur gesteuert wird.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß sie:

A) einen Druckbehälter (1) mit einem für Mikrowellenstrahlung durchlässigen Druckfenster (6) und einem Gaseinlaß- und Auslaßventil (2); und

B) ein außerhalb des Druckfensters (6) angeordnetes Magnetron (10) aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich ein mit dem Innenraum (17) des Druckbehälters (1) verbundenes Manometer (3) aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich ein mit dem Innenraum (17) des Druckbehälters (1) verbundenes Überdruckventil (4) aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Druckfenster (6) vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Druckfenster (6) und dem Magnetron (10) ein die Mikrowellen führender Hohlleiter (5) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–11, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckbehälter (1) zusätzlich mindestens ein für Lichtstrahlung im wesentlichen durchlässiges, gasdichtes, mikrowellengeschütztes Fenster (8) und eine außerhalb des Fensters (8) angeordnete Lichtquelle (7) aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–12, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich ein der gleichmäßigen Verteilung der Mikrowellenenergie im Druckbehälter (1) dienendes Mittel (9), vorzugsweise einen Wobbler oder eine Drehantenne aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckbehälter (1) zusätzlich eine bewegliche, austauschbare Vorrichtung (11), vorzugsweise in Form eines Drehtellers zur Aufnahme des zu polymerisierenden dentalen Werkstücks aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–14, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum (17) des Druckbehälters (1) ein Temperaturfühler (18) vorgesehen ist, der vorzugsweise am zu polymerisierenden dentalen Werkstück positioniert werden kann.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–15, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich eine elektronische Steuereinheit (19), vorzugsweise in Form eines Mikroprozessors aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7–16, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen geeigneten Deckel (16), vorzugsweise mit einem Handgriff (12) zur Bestückung und Entnahme der Werkstücke

aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 – 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich ein gas-  
dichtes, mikrowellenundurchlässiges Fenster (13)  
zur Beobachtung des Innenraums (17) aufweist.

5

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

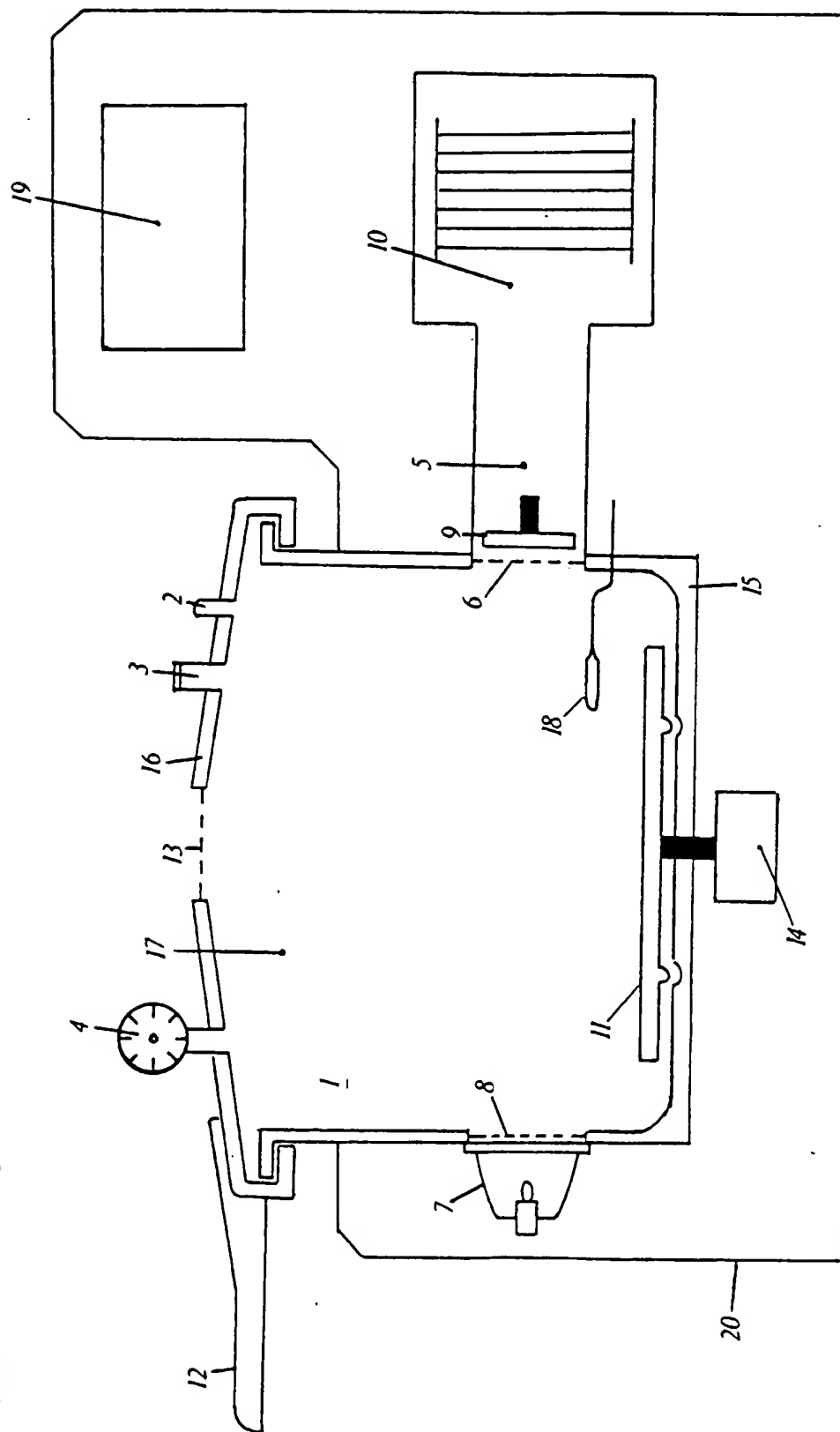
50

55

60

65

FIG. 1



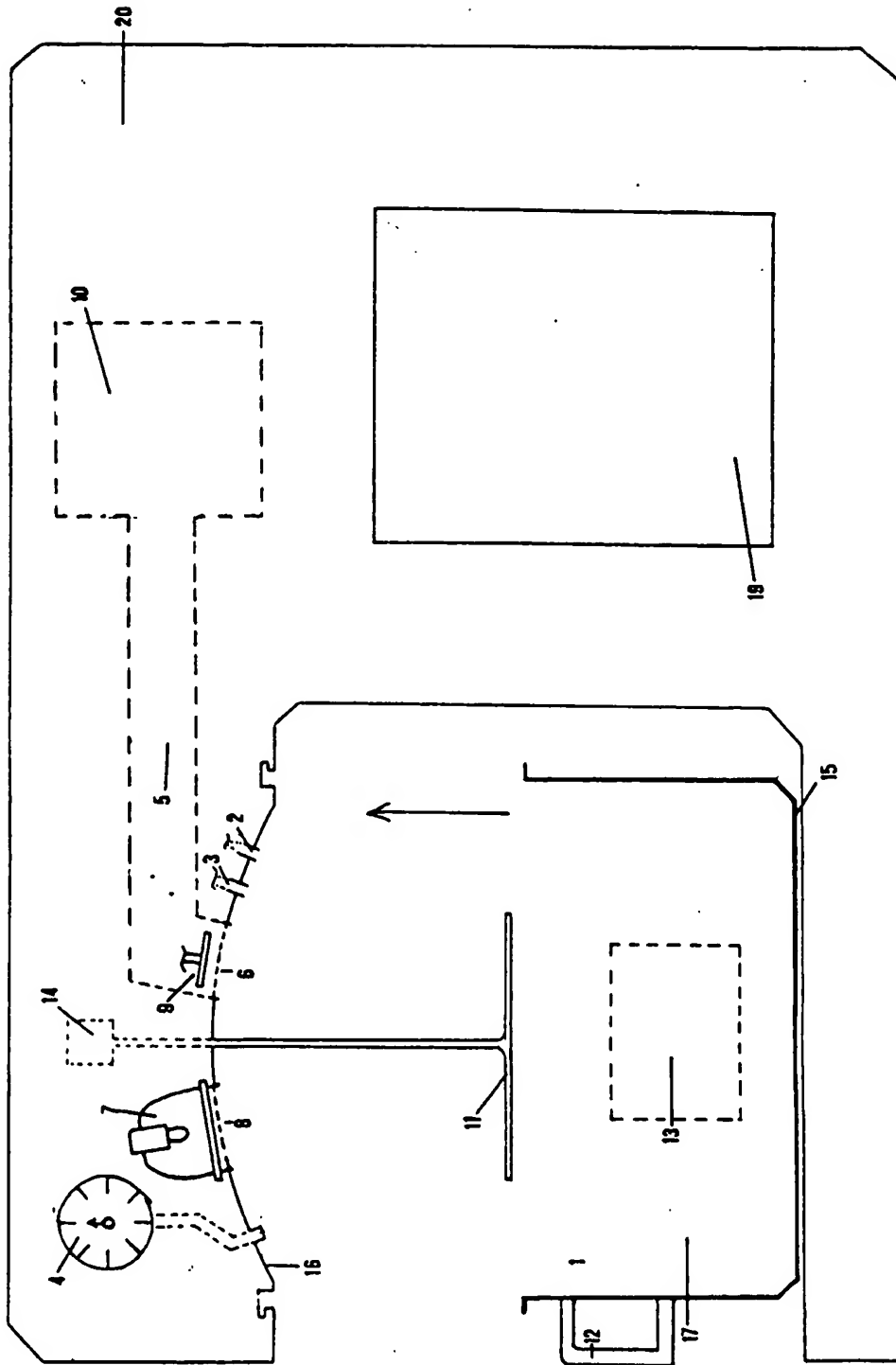


FIG. 2